

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001年6月21日 (21.06.2001)

PCT

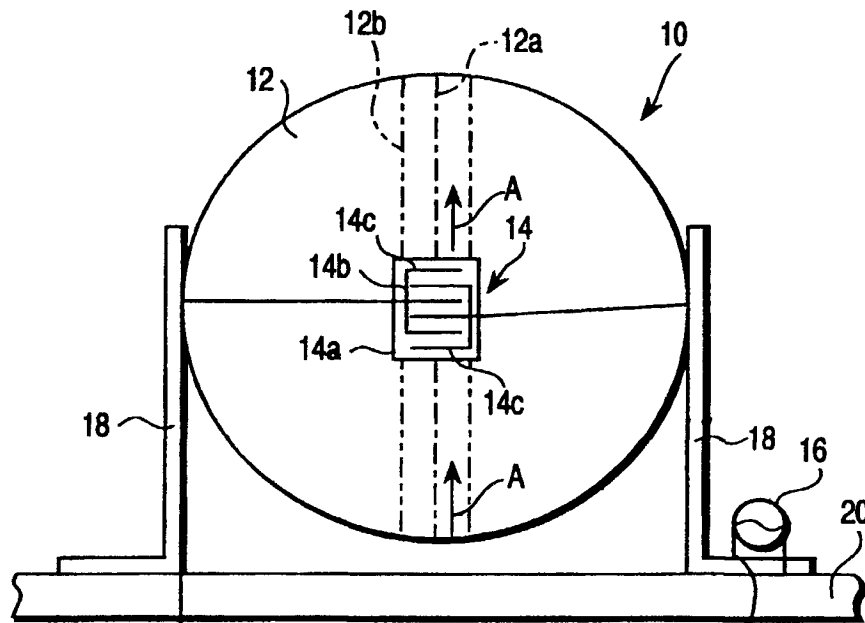
(10) 国際公開番号  
WO 01/45255 A1

- (51) 国際特許分類: H03H 9/25, 9/42, 9/64, G01N 29/18  
(21) 国際出願番号: PCT/JP00/08961  
(22) 国際出願日: 2000年12月18日 (18.12.2000)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願平 11/359312  
1999年12月17日 (17.12.1999) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 凸版印刷株式会社 (TOPPAN PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒110-0016 東京都台東区台東一丁目5番1号 Tokyo (JP).  
(72) 出願人 および  
(72) 発明者: 山中一司 (YAMANAKA, Kazushi) [JP/JP]; 〒981-3134 宮城県仙台市泉区桂2丁目6番3号 Miyagi (JP).  
(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 塚原祐輔 (TSUKAHARA, Yusuke) [JP/JP]. 中曽教尊 (NAKASO, Noritaka) [JP/JP]; 〒110-0016 東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP).  
(74) 代理人: 鈴江武彦, 外 (SUZUYE, Takehiko et al.); 〒100-0013 東京都千代田区霞が関3丁目7番2号 鈴榮内外國特許法律事務所内 Tokyo (JP).  
(81) 指定国 (国内): JP, US.  
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[続葉有]

(54) Title: SAW DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性表面波素子



(57) Abstract: The invention relates to a SAW device, and in particular to such a device of higher performance and smaller size compared with the prior art device. A SAW device (10,10') comprises a base material (12,60) having a surface including a continuous annular area (12b) that is at least in part spherical, and a SAW generator (14) provided in the surface area of the base material and adapted to generate surface acoustic waves along the continuous surface area. The SAW generator generates surface acoustic waves only in the direction along the continuous surface area, not in the directions perpendicular to the continuous surface area.

[続葉有]



WO 01/45255 A1



添付公開書類：  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

この発明は弾性表面波素子に関係し、より詳細には、従来の弾性表面波素子に比べ遥かに性能を高めることが出来、コンパクトでもある弾性表面波素子に関係している。この弾性表面波素子（10, 10'）は：少なくとも球面の一部で形成されていて円環状に連続している領域（12b）を有した表面を含む基材（12, 60）と；上記基材の上記表面領域に設けられ、上記表面領域の連続する方向に向かう弾性表面波を発生する弾性表面波発生器（14）と；を備えている。上記弾性表面波発生器は、上記表面領域に沿い上記連続する方向と交差する方向に拡散せずに上記連続する方向にのみ向かうよう弾性表面波を発生させる。

## 明 細 書

## 弾性表面波素子

## 技術分野

この発明は、基材と、上記基材の表面に設けられ上記表面に弾性表面波を発生させる弾性表面波発生器と、を備えている弾性表面波素子に関係しており、より詳細には、上記基材が上記表面中に少なくとも球面の一部で形成されていて円環状に連続している領域を有し、弾性表面波発生器が上記基材の上記表面領域が連続している方向に向かう弾性表面波を発生させる、球状の弾性表面波素子に関係している。

## 背景技術

基材上に弾性表面波を発生させるとともに基材上に発生された弾性表面波を受信する弾性表面波素子は従来から良く知られている。

弾性表面波とは、通常のバルク波と呼ばれる縦波や横波と異なり、物質表面にそのエネルギーの多くを集中して伝播する弾性波である。弾性表面波としては、レーリー波、セザワ波、擬セザワ波、ラブ波等を例示することが出来、異方性材料の表面にも存在しえる。

従来の弾性表面波素子では、平坦な基材上に配置された平坦な圧電体上に1対の櫛形電極が設けられている。一方の櫛形電極に高周波電流が供給されることにより、基材上で一方

の櫛形電極の並んでいる方向に圧電体から弾性表面波が発生される。他方の櫛形電極は、基材上で一方の櫛形電極から発生される弾性表面波の移動方向に配置されていて上記弾性表面波を受け取る。

弾性表面波素子は、遅延線、発信機の為の発振素子及び共振素子、周波数を選択する為のフィルター、化学センサー、バイオセンサー、またはリモートタグ等に使用されている。

1対の櫛形電極の発生する弾性表面波の伝播方向に対し直交する方向における上記弾性表面波の幅は、一般的に一方の櫛形電極の複数の電極片と他方の櫛形電極の複数の電極片とが相互に対面する長さに等しく、本願の明細書中では上記長さを電極幅と称する。

弾性表面波素子において1対の櫛形電極間を伝わる弾性表面波の共振周波数の精度を高める為には、1対の櫛形電極相互間を弾性表面波が伝搬する際の伝搬損失を出来る限り小さくすることが望まれている。

しかしながら、通常の弾性表面波素子は1対の櫛形電極が設けられている圧電体の表面及び基材の表面が平坦であるので、一方の櫛形電極により発生された弾性表面波は基材の平坦な表面上を他方の櫛形電極に向かい伝搬する間に上記表面上で弾性表面波の伝搬方向と直交する方向に拡散し弱まってしまう。この為に弾性表面波の伝搬損失を小さくすることが出来ず、ひいては弾性表面波素子における性能を高めることに限界がある。

この発明はこのような事情の下でなされ、この発明の目的

は、従来の弾性表面波素子に比べ遥かに性能を高めることが出来るばかりでなく、コンパクトでもある弾性表面波素子を提供することである。

#### 発明の開示

上述したこの発明の目的を達成する為に、この発明に従った弾性表面波素子は、基材と、上記基材の表面に設けられ上記表面に弾性表面波を発生させる弾性表面波発生器と、を備えていて：

上記基材が、上記表面中に少なくとも球面の一部で形成されていて円環状に連続している領域を有しており；そして、

上記弾性表面波発生器は、上記基材の上記表面領域に設けられ、上記表面領域に沿い上記連続する方向と交差する方向に拡散せずに上記連続する方向にのみ向かうよう弾性表面波を発生させる、ことを特徴としている。

このように構成されたことを特徴とするこの発明に従った弾性表面波素子においては、少なくとも球面の一部で形成されていて円環状に連続している領域を表面に有した基材の上記表面領域に設けられている弾性表面波発生器が上記基材の外表面の連続する方向に向かうよう弾性表面波を発生させると、上記弾性表面波が上記表面領域に沿い上記連続する方向と交差する方向に拡散せずに上記連続する方向にのみ向かう。この為に弾性表面波は上記表面領域に沿い少なくとも上記表面領域の円周距離を拡散することなく伝搬することが出来、ひいては無限に伝搬することが出来る。

従って、従来の弾性表面波素子に比べ遥かに性能を高めることが出来るし、基材がその表面中に少なくとも球面の一部で形成されていて円環状に連続している表面領域を有しているのでコンパクトでもある。

上述した如く構成されたことを特徴とするこの発明に従った弾性表面波素子においては、上記基材が非圧電材料で形成されていることが出来る。この場合には、上記弾性表面波発生器は、上記基材の上記表面領域に設けられた圧電材料膜と、圧電材料膜の表面に設けられ上記圧電材料膜に電界を印可することで上記連続する方向に弾性表面波を発生させる振動発生器と、を備える。

上記振動発生器は、高周波電源に接続される櫛形電極を含んでいることが出来る。

上記基材は圧電材料で形成されていることも出来る。この場合には、上記弾性表面波発生器は、上記基材の表面の上記表面領域に設けられ上記基材の上記表面領域に電界を印可することで上記連続する方向に弾性表面波を発生させる振動発生器を備えていることが出来る。

上記振動発生器は、高周波電源に接続される櫛形電極を含んでいることが出来る。

上記振動発生器が高周波電源に接続される櫛形電極を含んでいる場合、上記櫛形電極の複数の電極片の配列周期は上記基材の球面の半径の  $1/10$  以下に設定されていることが好ましい。

上記振動発生器が発生させる弾性表面波の波長は、上記基

材全体の固有振動ではなく、上記櫛形電極の複数の電極片の配列周期に略等しくなる。

上記振動発振器が高周波電源に接続される櫛形電極を含んでいる場合、上記櫛形電極の複数の電極片が相互に対面する長さ（電極幅）は上記基材の球面の直径の半分以下で上記球面の半径の  $1/100$  以上に設定されていることが好ましい。

上記表面領域に配置される上記櫛形電極及びこれに付随した電気回路パターン等の上記連続する方向に対し直交する方向に沿った長さは、上記基材の球面の円周長さの半分以下である必要がある。従って、上記櫛形電極の複数の電極片が相互に対面する長さ（電極幅）は上記基材の上記球面の直径の半分以下であることが合理的である。また、上記対面する長さ（電極幅）が上記基材の上記表面領域の半径の  $1/100$  以下になると、上記櫛形電極において発生した表面弾性波は上記表面領域の連続する方向に伝播しながら上記連続する方向と直交する方向に拡散する。そして、上記連続する方向と直交する方向に拡散した表面弾性波が上記櫛形電極に入力されるようになると、上記櫛形電極が上記拡散する領域に存在する障害物からの影響を受け、例えば上記櫛形電極の周波数特性が悪影響を受ける可能性がある。

そして実際には、波長パラメータ（上記球面の上記連続する方向における周囲長さ／弾性表面波波長）が  $100$  乃至  $800$  であり、上記直交する方向において上記櫛形電極の複数の電極片が相互に対面する長さ（電極幅）はコリメート角（コリメートビームが得られる角）と等しいかそれ以上であ

る、ことが好ましい。

櫛形電極の複数の電極片の配列周期は上記球面の半径の  $1/10$  以下であることが好ましい。

また、櫛形電極の複数の電極片の相互間の距離は上記球面の半径の  $1/10$  以下であることが好ましい。

本発明において、「球面の一部で形成されていて円環状に連続している領域を含む表面を有した基材」とは、球形状をした基材を含むのは勿論のこと、球形状から上記領域以外が切り取られた樽形状や外方に凸に湾曲している周面を有する略円盤形状も含み、さらには、上記球形状、上記樽形状、または上記略円盤形状の空洞を含む基材も含まれる。

従って、上記基材は、少なくとも球面の一部で形成されていて円環状に連続している領域を有している内表面を含む空洞と、上記空洞内部と上記基材の外部とを連通させる開口と、を備えていることが出来る。

この場合には、上記弾性表面波発生器は上記空洞の上記内表面領域に設けられる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、この発明の第 1 の実施の形態に従っていて、球形状の基材を使用した弾性表面波素子の概略的な正面図であり；

図 2 は、球状弾性表面波素子の球形状の基材の外表面の所定の位置に振動発振器を設ける幅を規定する為に使用する式の基礎となる座標系を概略的に示す斜視図であり；



図 3 A , 図 3 B , 図 3 C , そして図 3 D は、図 2 の座標系を使用して作成された式により計算された波数パラメータ  $m$  (円周の長さと弾性表面波の波長の比) と開口半角を変えて得られた弾性表面波が弾性表面波素子の球形状の基材上を伝搬する 4 つの状態を概略的に示す図であり ;

図 4 は、図 1 の第 1 の実施の形態に従った弾性表面波素子を基板上に電氣的及び構造的に接続及び固定する為の変形例を概略的に示す正面図であり ;

図 5 A は、図 1 の第 1 の実施の形態に従った弾性表面波素子の変形例を基板上に電氣的及び構造的に接続及び固定された状態で概略的に示す正面図であり ;

図 5 B は、図 1 の第 1 の実施の形態に従った弾性表面波素子の複数を基板上に電氣的及び構造的に接続及び固定した状態で概略的に示す正面図であり ; そして、

図 6 は、この発明の第 2 の実施の形態に従っていて、球形状の空洞を有する基材を使用した弾性表面波素子の概略的な斜視図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下この発明の第 1 の実施の形態に従った弾性表面波素子について添付の図面中の図 1 を参照しながら詳細に説明する。

第 1 の実施の形態に従った弾性表面波素子 10 は、球形状の基材 12 と、基材 12 の外表面上の所望の位置に設置された弾性表面波発生器 14 と、を備えている。弾性表面波発生器 14 は自身の設置位置を通過する基材 12 の表面の連続す

る方向にある最大円周線 1 2 a に沿い矢印 A で示す如く移動する弾性表面波を発生させる。弾性表面波発生器 1 4 が発生させる上記弾性表面波は、基材 1 2 の表面において最大円周線 1 2 a に沿い少なくとも球面の一部で構成されていて円環状に連続している円環領域 1 2 b 内を移動し、上記表面に沿い上記表面が連続する方向にある最大円周線 1 2 a に対し交差する方向において円環領域 1 2 b 外に拡散しない。

より詳細に説明すると、球形状の基材 1 2 は非圧電材料、例えばガラスやセラミック、により形成されている。弾性表面波発生器 1 4 は、基材 1 2 の表面上の上記所望の位置に貼り付けられた圧電材料膜 1 4 a と、圧電材料膜 1 4 a 上に設けられ上記連続する方向に弾性表面波を発生させる振動発振器 1 4 b と、を備えている、この実施の形態において、振動発振器 1 4 b は、高周波電源 1 6 に接続されている櫛形電極 1 4 c を備えている。櫛形電極 1 4 c の複数の電極片は上記連続する方向に配列されていて、最大円周線 1 2 a に対し交差する方向において円環領域 1 2 b 外から高周波電源 1 6 の両極が接続されている。

球状弾性表面波素子 1 0 は、最大円周線 1 2 a に対し交差する方向において円環領域 1 2 b 外で球形状の基材 1 2 の表面に固定された 1 対の支持体 1 8 により基板 2 0 上から上方に離間するよう支持されている。1 対の支持体 1 8 は櫛形電極 1 4 c の複数の電極片と基板 2 0 上の所定の電気回路とを電氣的に接続する導線としても機能しており、基板 2 0 上の所定の電気回路は高周波電源 1 6 の両極に接続されている。

弾性表面波発生器 1 4 から発生される弾性表面波の波長は基材 1 2 の球形状の表面の半径の  $1/10$  以下に設定されていて、この為に櫛形電極 1 4 c の複数の電極片間の距離も基材 1 2 の球形状の表面の半径の  $1/10$  以下に設定されている。さらに、上記表面に沿い上記連続する方向と交差する方向における上記弾性表面波の幅は基材 1 2 の球形状の表面の直径以下（より好ましくは、この直径の半分以下）で上記半径の  $1/100$  以上になるよう設定されている。この為に、上記表面に沿い上記連続する方向と交差する方向における櫛形電極 1 4 c の複数の電極片が相互に対面する長さ（電極幅）は、球形状の基材 1 2 の直径以下（より好ましくは、この直径の半分以下）で上記半径の  $1/100$  以上になるよう設定されている。

なおこの発明は、本願の発明者等が球面において所定の範囲の円弧内で上記円弧と直交する方向に弾性表面波を発生させることにより上記円弧と直交する方向に沿い弾性表面波が上記円弧の方向に拡散することなく上記円弧と直交する方向に上記球面を周回することを発見したことによりなされた。

なお上記所定の範囲よりも小さな弾性表面波の発生源では、話しを簡単にする為に弾性表面波の発生源を点とすると、弾性表面波は発生源を中心にして球形状の基材の表面上を同心円状に広がった後に球形状の基材の表面において上記発生源とは正反対の側の地点に向かい同心円状に集束する。次に弾性表面波は、上記正反対の側の地点から球形状の基材の表面上を同心円状に広がった後に球形状の基材の表面において上

記正反対の側の地点とは正反対に位置する弾性表面波の発生源に再度集束する。即ち、上記所定の範囲よりも小さな、例えば点のような、弾性表面波発生源から放射された弾性表面波は、上記表面においてその進行方向と直交する方向に拡散してしまう。

上記所定の範囲よりも幅の広い弾性表面波発生源から発生された弾性表面波は、上記所定の範囲の中心を通過し上記所定の範囲の円弧と直交する方向に沿い移動するとともに上記円弧を含む円周線を赤道と仮定した時の一方の極に該当する位置に向かい集束する。次に、上記一方の極に該当する位置を通過した後の弾性表面波は、上記円周線上において上記所定の範囲とは正反対の側で上記所定の範囲と同じ所定の範囲に拡散し、さらに他方の極に該当する位置に向かい集束する。上記他方の極に該当する位置を通過した後の弾性表面波は、最初の上記所定の範囲に再度拡散する。即ち、上記所定の範囲よりも幅の広い弾性表面波発生源から放射された弾性表面波は、球の半周毎に集束と拡散とを繰り返している。

そして、弾性表面波が、上記円弧の方向に拡散することなく上記円弧と直交する方向に上記球面を周回する為の条件は以下のようにして求められた。

図2には、本発明の効果を示す計算のための座標系が示されている。 $x$   $y$   $z$  座標軸と半径  $r$  の球面の交点を  $A$ ,  $B$ ,  $C$  として、円弧  $AC$  に対し平行な円弧  $DF$  上の点  $P$  から発生した弾性表面波が円弧  $CG$  上の点  $Q$  に達するとする。角度  $\phi_0$ ,  $\theta_0$ ,  $\phi_1$ ,  $\theta_1$  を図2中に示したように取ると、

点 P, Q の座標は

$$(r \cos \phi_0 \cos \theta_0, r \sin \phi_0, r \cos \phi_0 \sin \theta_0) \text{ 及び}$$

$$(r \cos \phi_1 \cos \theta_1, r \cos \theta_1 \sin \phi_1, r \sin \theta_1)$$

となるため、

$$PQ^2 = 2r^2 [1 - \cos \phi_0 \cos \theta_0 \cos \phi_1 \cos \theta_1 - \sin \phi_0 \cos \phi_1 \cos \theta_1 - \cos \phi_0 \sin \phi_0 \sin \theta_1] \cdots (1) \text{ である。従って、角 } POQ = \theta \text{ とおくと余弦定理より}$$

$$\cos \theta = \cos \phi_0 \cos \theta_0 \cos \phi_1 \cos \theta_1 + \sin \phi_0 \cos \phi_1 \cos \theta_1 + \cos \phi_0 \sin \phi_0 \sin \theta_1 \cdots (2) \text{ の関係が成り立つ。}$$

点 F で発生した弾性表面波の点 Q における粒子変位の半径方向成分は、

式 1

$$u_r = \operatorname{Re} \left[ \frac{C}{\sqrt{\sin \theta}} \exp \left\{ i m \left( \theta - \frac{C_R t}{r} \right) \right\} \right]$$

... (3)

である (V i k t o r o v, R a y l e i g h a n d

L a m b W a v e s )。なおここで、 $C$ は定数、 $m$ は円周の長さ、 $\lambda$ は弾性表面波の波長との比で、波数パラメータと呼ぶ。また $C_R$ はレーリー波速度、 $t$ は時間である。角度 $\theta$ は式(2)から求められる。点Eから見こむ角度が $2\theta_A$ の円弧状音源による点Qの音場は、式(3)を $\theta_0$ について $-\theta_A$ から $\theta_A$ まで積分することにより得られる。音場分布は点Qの迎角 $\theta_1$ を変化させて計算することで求められる。

図3A、図3B、図3C、そして図3Dには点PがXZ面上にある $\phi_0 = 0$ の場合について上記の式(3)を使用して求めた弾性表面波が球形状の基材12上を伝搬する4つの状態が示されている。

図3A、図3B、そして図3Cは、波数パラメータ $m = 600$ の場合の音場（粒子変位の絶対値の角度 $\theta_1$ 依存性）を調べた結果である。図の各々において、最も下のプロットは球面上の弾性表面波の伝搬を表す角度（伝搬角） $\phi_1$ が $10^\circ$ の場合の音場であり、上に向かって $20^\circ$ ずつ増加した場合の音場が順にプロットしてある。

図3Aは、開口半角 $\theta_A = 30^\circ$ の場合である。この場合には、図3Aから明らかなように、弾性表面波の伝搬状態は集束ビーム形状である。即ち、伝搬角 $\phi_1$ が増加するにつれて音場の幅が減少し $\phi_1 = 90^\circ$ で最小になった後は再び幅が増加し対極点 $180^\circ$ で音源上と同じ分布が再現される。以降は $180^\circ$ 毎に上記同じ変化が繰り返えされ、何周回っても同じ変化が繰り返えされる。これは回折による波の

拡散が全く無い球面に独特な現象である。この場合、開口半角  $\theta_A = 30^\circ$  よりも音場が広がることなく、 $\theta_1 < \theta_A$  の帯状部分に弾性表面波のエネルギーが閉じ込められている。この場合には、球形状の基材 12 の外表面において  $\theta_1 > \theta_A$  の部分に他の物体を接触させても音場に擾乱は生じない。

図 3 C は、開口半角  $\theta_A = 1^\circ$  の場合である。この場合には、図 3 C から明らかなように、弾性表面波の伝搬状態は点音源の場合と類似した発散ビーム形状である。即ち、伝搬角  $\phi_1$  が増加するにつれて音場の幅も増加し  $\phi_1 = 90^\circ$  で最大になった後は再び幅が減少し対極点  $180^\circ$  で音源上と同じ分布が再現される。この場合は、図 3 A を参照しながら上述した集束ビームの場合とは異なり、 $\theta_1 < \theta_A$  の帯状部分に弾性表面波のエネルギーが閉じ込められることが無く、 $\phi_1 = 90^\circ$  では球の表面全体に広がってしまう。この場合には、球形状の基材 12 の外表面において  $\phi_1 = 90^\circ$  において球形状の基材 12 の外表面の  $\theta_1 > \theta_A$  の部分に他の物体を接触させると音場に擾乱が生じる。

図 3 B は、開口半角  $\theta_A = 3.5^\circ$  の場合である。この場合には、図 3 B から明らかなように、弾性表面波の伝搬状態は伝搬角  $\phi_1$  が増加しても音場の幅は殆ど変化しないコリメートビーム形状である。。即ち、 $\theta_1 = \theta_A$  の帯状部分に弾性表面波のエネルギーが閉じ込められている。これは無限媒体中のベッセルビームと同様な特性である。そしてコリメートビームが得られる開口半角  $\theta_A$  をコリメート角

$\theta_{col}$  と呼ぶ。

図 3 A 乃至図 3 C から明かなように、開口半角  $\theta_A$  がコリメート角  $\theta_{col}$  に略等しい時、最も幅の狭い帯状部分に弾性表面波のエネルギーが閉じ込められている

さらに、波数パラメータを変化させて上述したのと同様の数値解析を行った結果、波数パラメータ  $m$  によりコリメート角  $\theta_{col}$  が変化することが分かった。図 3 D は、波数パラメータ  $m$  が 3 0 0 の場合に弾性表面波の伝搬状態がコリメートビーム形状になるのは、開口半角  $\theta_A$  が略 4 . 5 °であることを示しており、この場合のコリメート角  $\theta_{col}$  は略 4 . 5 °になる。

以下には、波数パラメータ  $m$  が変化した場合のコリメート角  $\theta_{col}$  の値を示す。

波数パラメータ $m$	コリメート角 $\theta_{col}$
(球の周囲長 / 弾性表面波波長)	
1 5 0	7 . 0
3 0 0	4 . 5
4 5 0	4 . 0
6 0 0	3 . 5
7 5 0	3 . 0

なおこれは、数値計算による近似値である。

以上詳述したことから明かなように、この実施の形態では、波数パラメータ  $m$  から上記の式 (3) を使用してコリメート



角  $\theta_{col}$  を求めるようにしている。そして、球形状の基材 1 2 の表面上の所望の位置に弾性表面波発生器 1 4、より詳細には弾性表面波発生器 1 4 の振動発振器 1 4 b の櫛形電極 1 4 c、がコリメート角  $\theta_{col}$  により規定される幅より広く設置され、この弾性表面波発生器 1 4 により弾性表面波を発生させると、この弾性表面波は球形状の基材 1 2 の外表面上で櫛形電極 1 4 c の複数の電極片が相互に対面している長さ（電極幅）により規定された範囲内を上記コリメート角  $\theta_{col}$  の方向に拡散することなく伝搬する。図 1 では、上記電極幅により規定された上記範囲が円環領域 1 2 b に相当しており、また上記コリメート角  $\theta_{col}$  と直交する方向が最大円周線 1 2 a に沿った方向に相当している。

図 4 には、図 1 を参照しながら前述したこの発明に従った第 1 の実施の形態の弾性表面波素子 1 0 を基板 2 0 上の所定の位置に設置する為の構成の変形例が概略的に示されている。

この変形例においては、弾性表面波素子 1 0 の球形状の基材 1 2 の表面上で最大円周線 1 2 a に対し交差する方向において円環領域 1 2 b の外まで延出された櫛形電極 1 4 c の為の 1 対の導線の一方の外端が基板 2 0 上の電気回路の所定の位置に電氣的及び構造的に接続及び固定されていて、また上記 1 対の導線の他方の外端が基板 2 0 上の電気回路の所定の位置に電氣的及び構造的に接続及び固定されている支持柱の延出端により電氣的及び構造的に接続及び固定されている。

このように、本願の発明に従った弾性表面波素子 1 0 は弾性表面波が伝搬される円環領域 1 2 b 以外であれば弾性表面

波素子 10 を基板 20 上に接続または固定する為に使用することが出来る。

この為、球形状の基材 12 は、図 5 A に示す如く、円環領域 12 b 以外を削除して平坦な円盤形状にすることも出来る。円盤形状の基材 12' では円周面が円環領域 12 b を構成していて、円環領域 12 b の円周面が外方に凸の球面の一部で形成されていて円環状に連続している。

さらに、図 5 B に示す如く複数の弾性表面波素子 10 を円環領域 12 b 以外で相互に連結することも出来る。

また本発明は、球形状の同一の基材 12 の表面上に複数の弾性表面波発生器 14 を設けることを除外しない。この場合には、複数の弾性表面波発生器 14 は、夫々から伝播される弾性表面波の伝播経路上に他の弾性表面波発生器 14 が配置されていないように球形状の同一の基材 12 の表面上に配置される必要がある。

櫛形電極 14 c の複数の電極片の配列間隔が複数在る場合や、連続して変化している場合も、本発明はこれを除外しない。さらに、上記複数の電極片の中に、弾性表面波発生器 14 からの弾性表面波の出力に大きく寄与しない（または寄与することを意図していない）配列間隔の幾つかの電極片を含む場合も、本発明はこれを除外しない。

圧電材料膜に電界を印可する為の振動発振器は、圧電材料膜と基材との間に配置されていても良いし、圧電材料膜において基材とは反対側の面に配置されていても良い。

また、上記振動発振器は、圧電材料膜或いは圧電材料の基

材に直接接触している必要はない。例えば、上記振動発振器が櫛形電極を有している場合には、上記櫛形電極は上記櫛形電極の複数の電極片の配列周期の  $1/10$  以内に上記基材の表面に接近して上記基材に相対的に固定されていれば良い。

なお上述した実施の形態及び変形例において弾性表面波素子 10 は、非圧電体の球形状の基材 12 の外表面の所定の位置に設けられた圧電材料膜 14 a 上に振動手段 14 b を設けることにより形成されていたが、基材 12 を圧電材料により形成すれば、圧電材料により形成された基材 12 の外表面上の所定の位置に振動発振器 14 b を直接設けることが出来る。

図 6 には、少なくとも球面の一部で形成されていて円環状に連続している領域 12 c を含む内表面を有している樽形状の空洞 61 を含む基材 60 を使用した、この発明の第 2 の実施の形態に従った弾性表面波素子 10' の概略的な斜視図が示されている。空洞 61 の内表面において上記領域に、弾性表面波発生器 14 が設けられている。空洞 61 は空洞 61 において相互に対面している 1 対の外部連通開口 62, 63 により外部空間に連通されている。弾性表面波発生器 14 の振動発振器 14 b の 1 対の櫛状電極 14 c の為の 1 対の導電線が、1 対の外部連通開口 62, 63 を介して空洞 61 内の 1 対の櫛状電極 14 c から基材 60 の外表面の高周波電源 65 まで導かれている。基材 60 は支持体 64 上に支持させておくことが出来る。

この場合でも、1 対の櫛状電極 14 c が高周波電源 65 により電界を印可されると、弾性表面波素子 10' は、図 1 乃

至図 5 B を参照しながら前述したこの発明の第 1 の実施の形態やその種々の変形例の弾性表面波素子 1 0 の場合と同様に、動作する。即ち、弾性表面波発生器 1 4 は空洞 6 1 の内表面において自身の設置位置を通過する方向に連続して伸びている最大円周線 1 2 a に沿い矢印 A で示す如く移動する弾性表面波を発生させる。この弾性表面波素子 1 0 ' の弾性表面波発生器 1 4 が発生させる上記弾性表面波は、基材 6 0 の空洞 6 1 の内表面において最大円周線 1 2 a に沿い少なくとも球面の一部で構成されていて円環状に連続している円環領域 1 2 b 内を移動し、上記内表面に沿い上記内表面が連続する方向にある最大円周線 1 2 a に対し交差する方向において円環領域 1 2 b 外に拡散しないで無限に周回する。

さらにこの第 2 の実施の形態に従った弾性表面波素子 1 0 ' においては、基材 6 0 の 1 対の外部連通開口 6 2 , 6 3 を介して空洞 6 1 中に気体や液体のような流体を流せば、弾性表面波素子 1 0 ' を上記流体の為の化学センサーやバイオセンサーとして使用することを容易にする。

また、この発明の弾性表面波素子において使用する少なくとも球面の一部で形成されていて円環状に連続している基材の外表面または内表面の直径には制限がなく非常に大きな直径のものから非常に小さな直径のものまで、現在知り得る全ての方法により準備することが出来る。

さらに、上記基材の外表面または内表面の所定の位置に設けられる圧電材料膜も現在知り得る全ての方法により準備することが出来るし、この圧電材料膜上または圧電材料により

形成されている基材の外表面または空洞の内表面の所定の位置に設けられる振動発振器も、現在知り得る全ての方法により準備することが出来る。ここにおける現在知り得る全ての方法には、導電性箔を櫛形電極の形状に独立して形成することにより準備された櫛形電極を圧電材料膜上または圧電材料により形成されている上記基材の外表面または空洞の内表面の所定の位置に貼り付けたり、圧電材料膜上または圧電材料により形成されている上記基材の外表面または内表面上に導電性材料を蒸着や印刷やスパッタリング等により櫛形電極の形状に独立して形成することにより準備することを含んでいる。

またさらに、弾性異方性材料を使用して基材を構成した場合には、基材の表面上において弾性表面波発生器が設置された場所によって弾性表面波発生器により発生される弾性表面波の波長が変化する。

#### 産業上の利用可能性

以上詳述したことから明かなように、この発明に従った弾性表面波素子は、遅延線、発信機の為の発振素子及び共振素子、周波数を選択する為のフィルター、化学センサー、バイオセンサー、またはリモートタグ等に使用されることが出来る。

## 請 求 の 範 囲

1. 基材と、上記基材の表面に設けられ上記表面に弾性表面波を発生させる弾性表面波発生器と、を備えている弾性表面波素子は：

上記基材（12，60）が、上記表面中に少なくとも球面の一部で形成されていて円環状に連続している領域（12b）を有しており；そして、

上記弾性表面波発生器（14）は、上記基材の上記表面領域に設けられ、上記表面領域に沿い上記連続する方向と交差する方向に拡散せずに上記連続する方向にのみ向かうよう弾性表面波を発生させる、ことを特徴としている。

2. 上記基材（12，60）は非圧電材料で形成されていて、

上記弾性表面波発生器（14）は、上記基材の上記表面領域に設けられた圧電材料膜（14a）と、圧電材料膜の表面に設けられ上記圧電材料膜に電界を印可することで上記連続する方向に弾性表面波を発生させる振動発振器（14b）と、を備えている、ことを特徴とする請求項1に記載の弾性表面波素子。

3. 上記振動発振器（14b）は、高周波電源（16，65）に接続される櫛形電極（14c）を含んでいる、ことを特徴とする請求項2に記載の弾性表面波素子。

4. 上記基材（12，60）は圧電材料で形成されていて、

上記弾性表面波発生器（１４）は、上記基材の上記表面領域に設けられ上記基材の上記表面領域に電界を印可することで上記連続する方向に弾性表面波を発生させる振動発振器（１４ｂ）を備えている、ことを特徴とする請求項１に記載の弾性表面波素子。

５．上記振動発振器（１４ｂ）は、高周波電源（１６，６５）に接続される櫛形電極（１４ｃ）を含んでいる、ことを特徴とする請求項４に記載の弾性表面波素子。

６．前記弾性表面波の波長は、上記基材（１２，６０）の球面の半径の $1/10$ 以下に設定されている、ことを特徴とする請求項１に記載の弾性表面波素子。

７．上記基材（１２，６０）の上記表面に沿い上記連続する方向と交差する方向における上記弾性表面波の幅が、上記基材（１２，６０）の球面の直径の半分以下で上記球面の半径の $1/100$ 以上に設定されている、ことを特徴とする請求項１に記載の弾性表面波素子。

８．上記振動発振器（１４ｂ）は高周波電源（１６，６５）に接続される櫛形電極（１４ｃ）を含んでおり、

上記櫛形電極（１４ｃ）の複数の電極片の配列周期は上記基材（１２，６０）の球面の半径の $1/10$ 以下に設定されている、ことを特徴とする請求項１に記載の弾性表面波素子。

９．上記振動発振器（１４ｂ）は、高周波電源（１６，６５）に接続される櫛形電極（１４ｃ）を含んでおり、

上記櫛形電極（１４ｃ）の複数の電極片が相互に対

面する長さは上記基材（１２，６０）の球面の直径の半分以下で上記球面の半径の $1/100$ 以上に設定されている、ことを特徴とする請求項１に記載の弾性表面波素子。

１０．櫛形電極（１４ｃ）の複数の電極片の配列周期は上記球面の半径の $1/10$ 以下である、ことを特徴とする請求項３に記載の弾性表面波素子。

１１．櫛形電極（１４ｃ）の複数の電極片の相互間の距離は上記球面の半径の $1/10$ 以下である、ことを特徴とする請求項５に記載の弾性表面波素子。

１２．上記基材（６０）が空洞と、上記空洞内部と上記基材の外部とを連通させる開口（６２，６３）と、を含んでいて、

上記空洞の内表面に少なくとも球面の一部で形成されていて円環状に連続している領域（１２ｂ）を有している、ことを特徴とする請求項１乃至１１のいずれか１項に記載の弾性表面波素子。



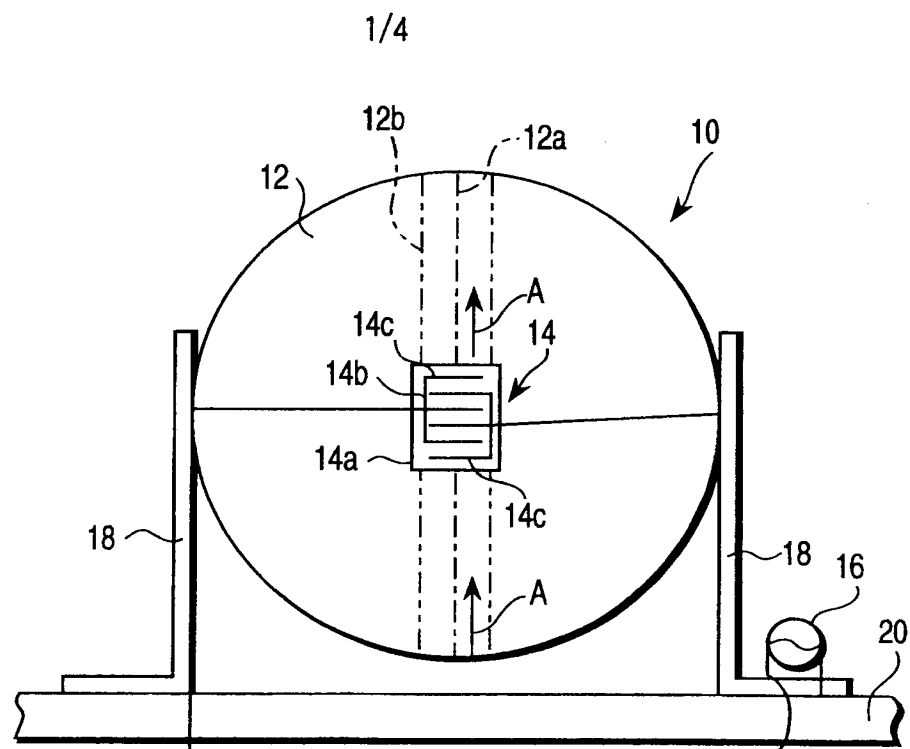


FIG. 1

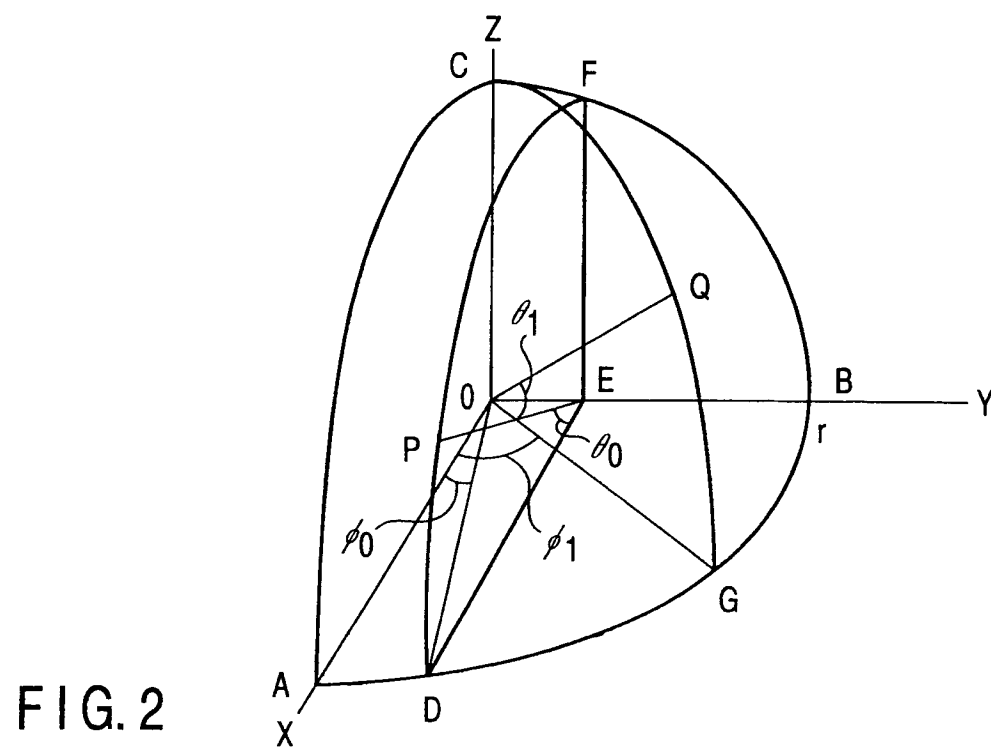
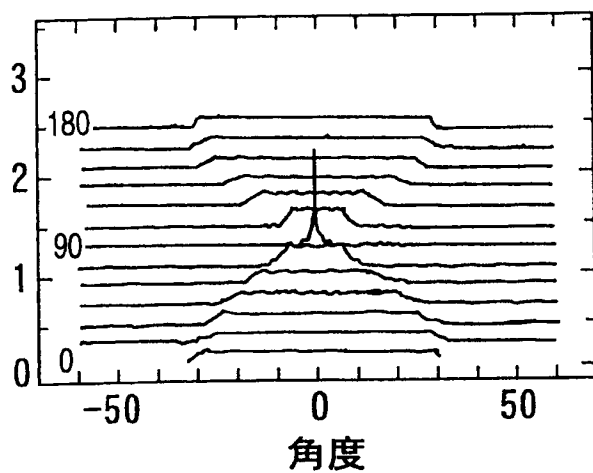
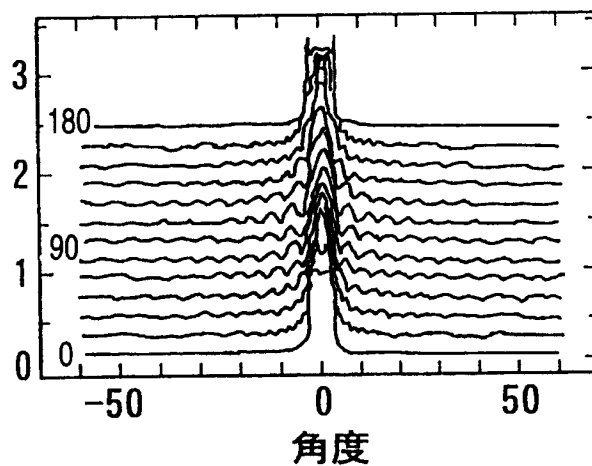


FIG. 2



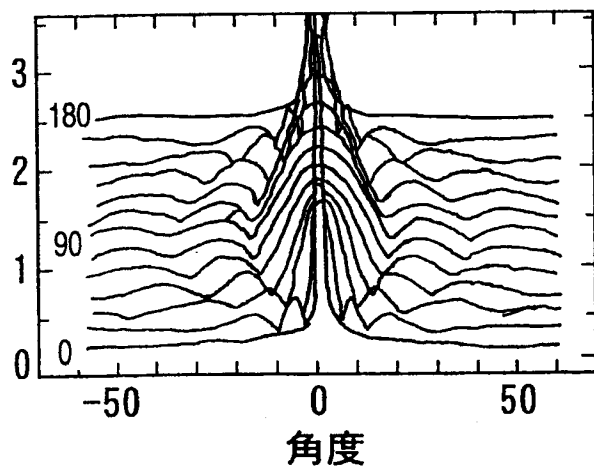
$m=600$ , 開口半角  $\theta_A = 30\text{deg}$

FIG. 3A



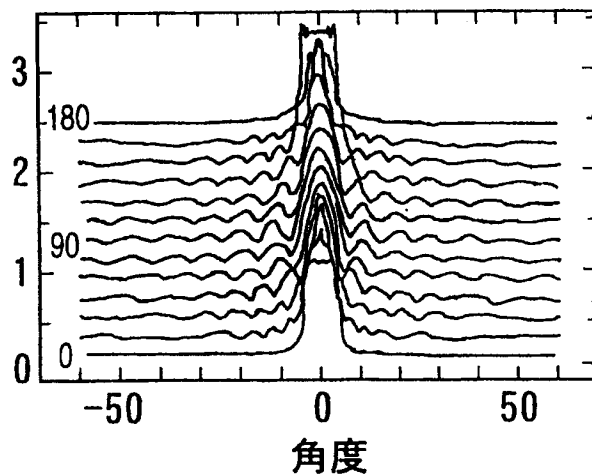
$m=600$ , 開口半角  $\theta_A = 3.5\text{deg}$

FIG. 3B



$m=600$ , 開口半角  $\theta_A = 1\text{deg}$

FIG. 3C



$m=300$ , 開口半角  $\theta_A = 4.5\text{deg}$

FIG. 3D

3/4

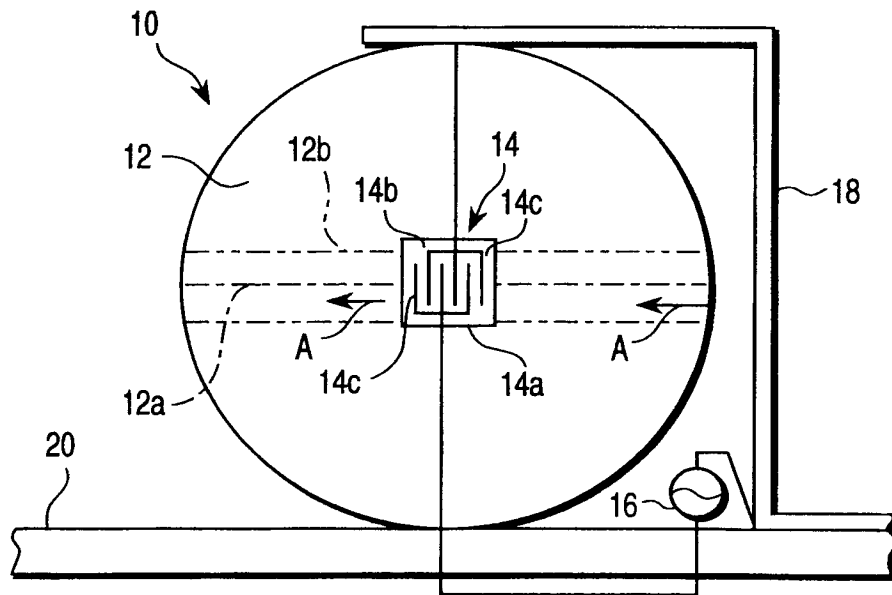


FIG. 4

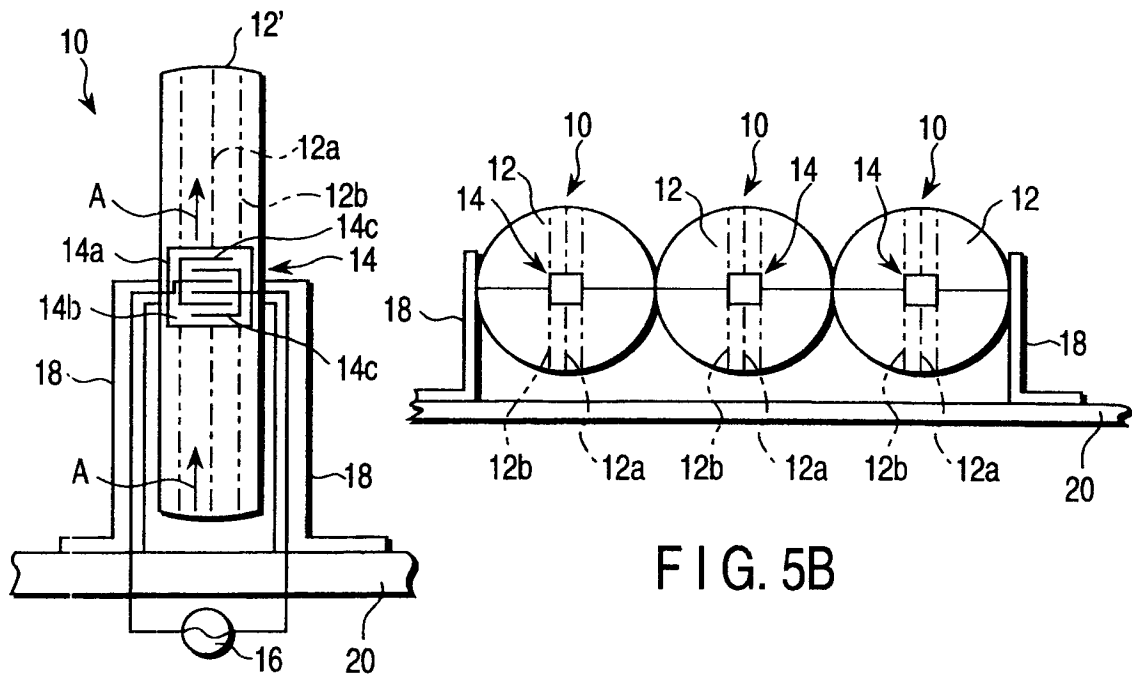


FIG. 5B

FIG. 5A

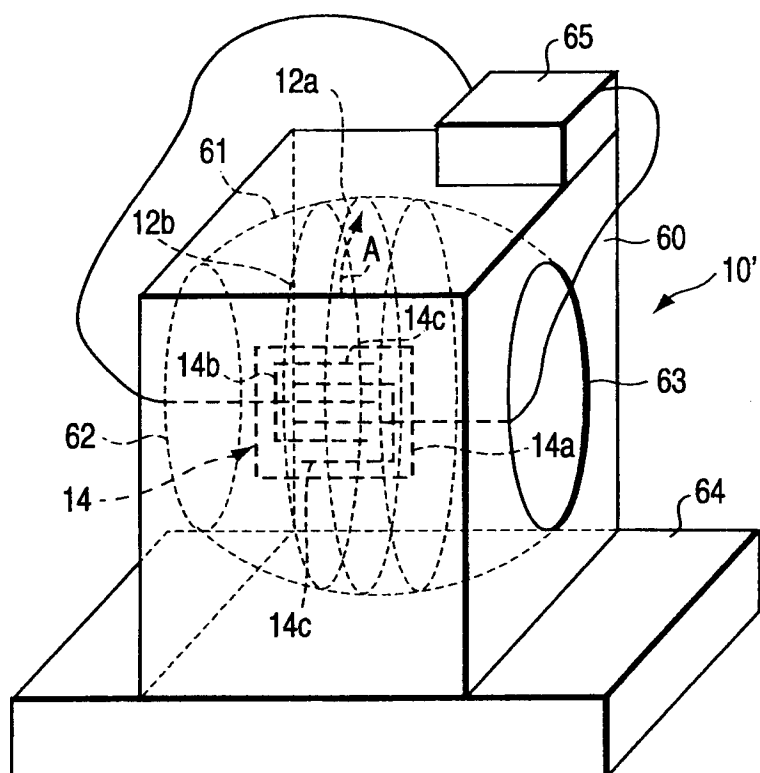


FIG. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08961

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H03H9/25, H03H9/42, H03H9/64, G01N29/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H03H9/25, H03H9/42, H03H9/64, G01N29/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

Delphion Intellectual Network (www.delphion.com)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, 3815056, A (Raytheon Company), 04 June, 1974 (04.06.74) (Family: none)	2-3, 7, 9, 10, 12
X	Column 3, lines 25-29; Column 4, lines 50-53 (spheres)	1, 4-6, 8, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16 February, 2001 (16.02.01)

Date of mailing of the international search report  
27 February, 2001 (27.02.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/08961

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H03H9/25, H03H9/42, H03H9/64, G01N29/18

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H03H9/25, H03H9/42, H03H9/64, G01N29/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996

日本国公開実用新案公報 1971-2001

日本国登録実用新案公報 1994-2001

日本国実用新案登録公報 1996-2001

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

Delphion Intellectual Property Network  
(www.delphion.com)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US, 3815056, A (Raytheon Company), 4 June 1974 (04.06.74) (ファミリーなし)	2-3, 7, 9, 10, 12
X	第3欄, 第25-29行, 第4欄第50-53 (spheres)	1, 4-6, 8, 11

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.02.01

国際調査報告の発送日

27.02.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

清水 稔

印

5W

8525

電話番号 03-3581-1101 内線 6441